

## Применение горизонтальных скважин в неоднородных карбонатных коллекторах на примере черепетских отложений юго-востока Республики Татарстан

**The use of horizontal wells in inhomogeneous carbonate reservoirs (Cherepetsky horizon of the south-east of the Tatarstan Republic)**

D.G. Yarakhanova, A.N. Kolchugin  
(Kazan (Volga Region) Federal University, RF, Kazan)

**E-mail:** dilyara.yar@mail.ru, Anton.Kolchugin@kpfu.ru

**Key words:** horizontal wells, carbonate reservoir, reaction of reservoir, purposeful wiring, exploration effectiveness

Due to the deterioration of the development of oil deposits in clastic reservoirs, last time actively are introduced to the development of carbonate reservoirs with heavy and viscosity oil. Such reservoirs are often characterized by a strong heterogeneity of porosity and permeability and lithological types of rocks. Effective development of oil reservoirs in carbonate reservoir rocks needs in application of new technologies of complex stimulation to reservoirs with using of horizontal wells. It is necessary to study the reaction of the reservoir for additional stimulation and targeted actions of acid solutions. It must be defined sequence of operations in acidizing of low productivity reservoir rocks. Acid solutions are cheap but ineffective. Acids impact to the heterogeneous reservoirs with using the horizontal wells more effective. In the development of deposits in carbonate reservoirs essential help is given by purposeful conducting of horizontal and multilateral wellbores.

**Д.Г. Яраханова, К.Т.Н.,  
А.Н. Кольчугин, К.Г.-М.Н.**  
(Казанский (Приволжский)  
федеральный университет)

**Адреса для связи:** dilyara.yar@mail.ru,

Anton.Kolchugin@kpfu.ru

**Ключевые слова:** горизонтальные (многозабойные) скважины, карбонатный коллектор, целенаправленная проводка, реакция коллектора, эффективность эксплуатации

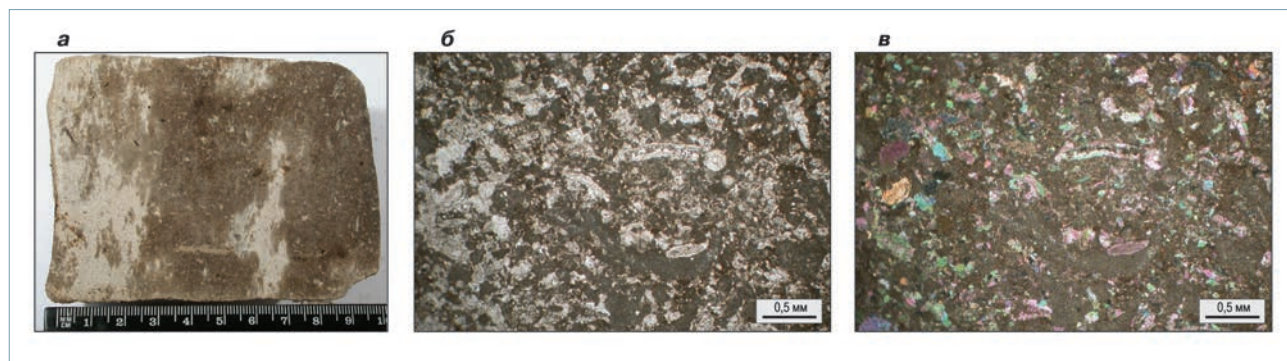
**Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров**

воздействия на пласт с использованием горизонтальных скважин [1, 2].

Так, отложения черепетского горизонта в составе турнейского яруса нижнего карбона юго-востока Республики Татарстан нередко характеризуются довольно малыми значениями пористости и проницаемости. Черепетские известняки можно отнести к тонкопоровым коллекторам, нефть и вода в которых часто в полной мере не разделены [3]. Низкая пористость обусловлена особенностями строения пород, представляющих собой водорослевые вакстоуны с высокой долей микритового материала (см. рисунок) [4]. При этом пористость условно можно назвать первичной, так как она практически полностью унаследована от момента литификации пород при раннем диагенезе. Лишь иногда отмечаются поры, каверны и трещины растворения, образованные

Из-за ухудшения выработки запасов нефти из терригенных отложений в последние годы все активнее в разработку вводятся карбонатные коллекторы с трудноизвлекаемыми запасами, для которых часто характерны высокие неоднородность фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) и степень изменчивости типов пород как по вертикали, так и по латерали. Особенно это относится к отложениям среднего карбона (башкирский ярус).

В связи с указанным эффективная разработка нефтяных карбонатных пластов, особенно с низкими ФЕС, требует применения новых комплексных технологий



**Вакстоун черепетского горизонта:**

а – фото образца; б, в – фото шлифа соответственно в проходящем и поляризованном свете

вследствие вторичного процесса выщелачивания. В данной статье черепетские отложения предлагается рассмотреть в качестве примера, так как в строении осадочного чехла подобные или близкие по ФЕС отложения встречаются и в других горизонтах.

#### **Изучение реакции коллектора на дополнительные воздействия на пласт**

Определение эффективности проектирования систем разработки месторождений во многом зависит от уровня знаний литолого-петрофизических особенностей строения коллекторов, слагающих нефтяные пласты. В стадии разработки при активном применении методов увеличения нефтеотдачи (МУН) необходима информация о реакции коллектора на дополнительные виды воздействия. В свою очередь это требует более углубленного изучения структуры пустотно-порового пространства коллектора, деталей литологии матрицы и характеристики тонкодисперсной составляющей, заполняющей поровые каналы и активно влияющей на процессы фильтрации как углеводородов, так и пластовых вод. Учет данной информации позволит прогнозировать динамику ФЕС продуктивного пласта в процессе его освоения при использовании различных комплексов МУН и соответственно даст возможность научно обосновать стратегию разработки как самого месторождения, так и его отдельных участков на поздней стадии.

Большинство технологий, в том числе используемых в промышленном масштабе, имеют низкую эффективность в условиях пластов со сложным геологическим строением и значительным разнообразием геолого-физических параметров. К недостаткам широко применяемого кислотного воздействия необходимо отнести: низкое проникновение водных растворов в поры пласта при сильной перекристаллизации с высокой водоудерживающей способностью, интенсивное осадкообразование, неполное взаимодействие компонентов кислотных композиций с минералами горной породы во всем объеме порового пространства. В целом по отрасли лишь 50 % кислотных обработок приводит к увеличению притока нефти к скважине.

После проведения на Алексеевском месторождении эксперимента с целью изучения реакции активной составляющей верхнетурнейских известняков на воздействие кислотных растворов и новых комплексных составов химических реагентов была определена последовательность операций при кислотной обработке горной породы низкопродуктивных залежей нефти [5]. Результаты экспериментов, проводимых авторами на образцах пород черепетского горизонта, показывают, что при прокачке через них кислоты реальным процессом растворения затрагивается лишь незначительный участок породы. Таким образом обычно формируется узкий проработанный кислотой канал по напластованию породы, приуроченный к границе углисто-глинистых слоев и собственно известняка. Черепетские известняки характеризуются практически повсеместным присутствием тонких нитевидных прослоев углисто-глинистого материала [4], вероятно, подобные границы и являются самыми ослабленными участками пород, по которым может осуществляться прирост емкости коллектора при солянокислотной обработке.

Для увеличения фазовой проницаемости для нефти низкопродуктивных, сильно перекристаллизованных известняков рекомендуется удалить остаточную воду и гидрофобизировать поверхность порового пространства с целью повышения проникающей способности кислотного раствора и снижения скорости его взаимодействия с минералами горной породы [5].

#### **Эффективность проводки и эксплуатации горизонтальных скважин в карбонатных коллекторах**

На увеличение нефтеотдачи карбонатных коллекторов существенное влияние может оказывать применение горизонтальных (ГС) и многозабойных (МЗС) скважин на этих объектах. Кроме обеспечения проводки горизонтального ствола в оптимальных геологических условиях, появляется возможность целенаправленной проводки каждого ствола многозабойной скважины на разные пласты и прослои эксплуатационного объекта. Это будет способствовать повышению коэффициента извлечения нефти (КИН), ее текущей добычи и за счет этого увеличению начальных извлекаемых запасов [6].

Для горизонтальных скважин в нефтенасыщенных карбонатных пластах с изначально низкими коллекторскими свойствами наиболее эффективными технологиями выравнивания профиля притока и создания связанной системы высокопроницаемых каналов являются поинтервальные солянокислотные обработки (СКО), обеспечивающие селективное воздействие на околоскважинную зону вдоль ствола. Успешность СКО значительных горизонтальных интервалов зависит от равномерного распределения кислотного состава по стволу ГС, что обеспечивается применением гибких НКТ и вязких отклоняющих жидкостей, выполняющих функции своеобразного поршня и подпора по отношению к маловязкой кислоте, позволяющих расположить на горизонтальном участке ствола скважины кислоту в виде «пробки» расчетного объема, подпираемой с двух сторон не смешивающейся с кислотой жидкостью. Существующий во время обработки перепад давления в затрубном пространстве способствует изоляции трещин в горизонтальном интервале путем вдавливания в них раздельной высоковязкой жидкости и закачке кислоты в пласт в заданном интервале [7].

При проектировании СКО необходимо обоснованно рассчитывать: скорость закачки реагентов, объемы кислотного состава и отклонителя, число циклов закачки рабочей жидкости для прогнозирования продуктивности скважины после обработки и оценки ожидаемой добычи за счет проведения СКО. Из-за большой протяженности интервала пласта, контактирующего с ГС, важными задачами являются более эффективное расходование кислотной композиции, а также расчет оптимальной длины [8] обрабатываемого интервала, обеспечивающей минимальный скин-фактор после обработки.

На месторождениях Республики Татарстан рекомендуются комплексные технологии разработки залежей в карбонатных коллекторах, многократное применение которых может обеспечить КИН из неоднородных коллекторов 15–20 %.

## Выводы

1. Для проведения кислотных обработок необходимо предварительно изучить реакцию коллектора на дополнительное воздействие на пласт и уже с учетом этого рекомендовать применение эффективных целенаправленно действующих композиционно-кислотных составов.

2. Кислотные обработки неоднородных пластов в горизонтальных скважинах необходимо проводить с использованием методов, обеспечивающих управляемость кислотного воздействия на продуктивный пласт с целью вовлечения в разработку низкопроницаемых пластов и прослоев.

3. При разработке карбонатных коллекторов на увеличение КИН неоднородных пластов существенно влияет целенаправленная проводка горизонтальных и многозабойных стволов скважины на необходимые пласты и прослои эксплуатируемого объекта.

## Список литературы

1. Яраханова Д.Г. Управление выработкой запасов нефти, дренируемых горизонтальными скважинами // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 56–58.
2. Яраханова Д.Г. О целесообразности применения горизонтальных технологий нефтеизвлечения с учетом геолого-технологических условий // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 6. – С. 68–71.
3. Морозов В.П., Козина Е.А. Карбонатные породы турнейского яруса нижнего карбона. – Казань: ПФ Гарт, 2007. – 201 с.
4. Carbonate formation of the Lower Carboniferous in central part Volga-Ural basin / A.N. Kolchugin, V.P. Morozov, E.A. Korolev, A.A. Eskin // Current science. – 2014. – 107 (12). – P. 2029–2035.
5. Влияние активной составляющей карбонатного коллектора на воздействие химреагентов для повышения нефтеотдачи (на примере Алексеевского месторождения) / В.Г. Изотов, И.П. Зинатуллина, Л.М. Ситдикова (и др.) // Материалы Международной научно-практической конференции «Повышение нефтеотдачи пластов на поздней стадии разработки нефтяных месторождений и комплексное освоение высоковязких нефтей и природных битумов». – Казань: ФЭН, 2007. – С. 288–290.

6. Муслимов Р.Х. Нефтеотдача: прошлое, настоящее, будущее (оптимизация добычи, максимизация КИН). – Казань: ФЭН, 2014. – 750 с.
7. Оптимизация кислотных обработок горизонтальных скважин в карбонатных коллекторах / Г.Т. Булгакова, Р.Я. Харисов, А.Р. Шарифуллин, А.В. Пестриков // Нефтяное хозяйство. – 2013. – № 6. – С. 102–105.
8. Иктисанов В.А., Яраханова Д.Г. Определение оптимальной длины горизонтальных стволов скважин на двух залежах Ромашкинского месторождения // Нефтяное хозяйство. – 2007. – № 3. – С. 65–67.

## References

1. Yarakhanova D.G., Managing the development of oil reserves drained by horizontal wells (In Russ.), Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry, 2015, no. 4, pp. 56–58.
2. Yarakhanova D.G., The feasibility of application of horizontal oil recovery technologies taking into account the geological and technological conditions (In Russ.), Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry, 2015, no. 6, pp. 68–71.
3. Morozov V.P., Kozina E.A., Karbonatnye porody turneyskogo yurusa nizhnego karbona (Carbonate rocks of Tournaisian stage of Lower Carboniferous), Kazan': Gart Publ., 2007, 201 p.
4. Kolchugin A.N., Morozov V.P., Korolev E.A., Eskin A.A., Carbonate formation of the Lower Carboniferous in central part Volga-Ural basin, Current science, 2014, V. 107 (12), pp. 2029–2035.
5. Izotov V.G., Zinatullina I.P., Sitdikova L.M. et al., Vliyaniye aktivnoy sostavlyayushchey karbonatnogo kolektora na vozdeystviye khimreagentov dlya povysheniya nefteotdachi (na primere Alekseevskogo mestorozhdeniya) (Effect of active component of the carbonate reservoir on the impact of chemicals for enhanced oil recovery (on the Alekseevskoe field example)), Proceedings of International scientific and practical conference "Povyseniye nefteotdachi plastov na pozdney stadii razrabotki neftyanykh mestorozhdeniy i kompleksnoye osvoeniye vysokovyazkikh neftey i prirodnikh bitumov" (Enhanced oil recovery at a later stage of development of oil fields and the comprehensive development of high-viscosity oil and natural bitumen), Kazan': FEN Publ., 2007, pp. 288–290.
6. Muslimov R.Kh., Nefteotdacha: proshloe, nastoyashchee, budushchee (optimizatsiya dobychi, maksimizatsiya KIN) (Oil recovery: Past, Present, Future (production optimization, maximization of recovery factor)), Kazan': FEN Publ., 2014, 750 p.
7. Bulgakova G.T., Kharisov R.Ya., Sharifullin A.R., Pestrikov A.V., Optimizing the acidizing operations of horizontal wells in carbonate reservoirs (In Russ.), Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry, 2013, no. 6, pp. 102–105.
8. Iktisanov V.A., Yarakhanova D.G., Determination of horizontal borehole optimum length at two Romashkinskoye deposit pools (In Russ.), Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry, 2007, no. 3, pp. 65–67.



МОСКОВСКИЕ  
НЕФТЕГАЗОВЫЕ  
КОНФЕРЕНЦИИ

## Встречи нефтяников и газовиков с поставщиками и подрядчиками

Москва, улица Тверская, 22, отель InterContinental

13 сентября 2016

### Нефтегазопереработка

Модернизация производств для переработки нефти и газа

Вопросы модернизации нефтеперерабатывающих и нефтехимических мощностей, проблемы взаимодействия с лицензиарами, практика импортозамещения, современные модели управления инвестиционными проектами, стандарты и требования безопасности

20 октября 2016

### Нефтегазсервис

Нефтегазовый сервис в России

Традиционная площадка для встреч руководителей геофизических, буровых предприятий, а также компаний, занятых ремонтом скважин. Подрядчики в неформальной обстановке обсуждают актуальные вопросы со своими заказчиками – нефтегазовыми компаниями

8 декабря 2016

### Нефтегазшельф

Подряды на нефтегазовом шельфе

Заказчиками оборудования выступают "Газпром нефть", "Роснефть", "ЛУКОЙЛ", "Газфлот" и другие крупные компании. В условиях введения экономических санкций необходимо быстро освоить производство жизненно важного оборудования, в первую очередь запасных частей

16 марта 2017

### Нефтегазснаб

Снабжение в нефтегазовом комплексе

Конференция собирает руководителей служб материально-технического обеспечения нефтегазовых компаний. Обсуждается организация закупочной деятельности, практика импортозамещения, оплата и приемка поставленной продукции, информационное обеспечение рынка

23 мая 2017

### Нефтегазстрой

Строительство в нефтегазовом комплексе

Формирование цивилизованного рынка в нефтегазовом строительстве, практика выбора строительных подрядчиков, создание российских ЕРС-фирм, увеличение доли российских компаний на нефтегазостроительном рынке, расценки и порядок оплаты проводимых работ

Новые встречи —  
новые возможности!

Телефоны: (495) 514-58-56, 514-44-68; факс: (495) 788-72-79; info@n-g-k.ru; n-g-k.ru